

Ak

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-165171

(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.Cl.

H03H 5/02
H01F 27/00
H01G 4/40
H03H 7/075

(21)Application number : 10-340104

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 30.11.1998

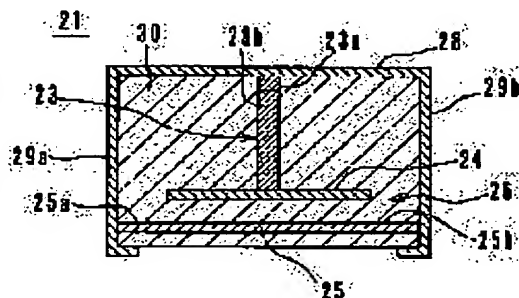
(72)Inventor : KATO NOBORU
MASUDA HIROSHI
FUNATANI NOBUIE

(54) LC RESONATOR COMPONENT AND LC FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-sized inexpensive LC resonator component having an excellent Q characteristic and to provide an LC filter.

SOLUTION: Forming an inductor 23 and a capacitor 26 onto a laminator 30 formed by laminating insulation sheets forms the LC resonator component 21. The inductor 23 is formed by via holes 23a, 23b. Capacitor electrodes 24, 25, configure the capacitor 26. A ground electrode 28 is formed on an upper face of the laminator 30 and ground terminal electrodes 29a, 29b are formed to left right side faces of the laminator 30. One end of the ground terminal electrodes 29a, 29b is connected to the ground electrode 28. One terminal of the inductor 23 is connected to the ground electrode 28 and the other terminal is connected to the capacitor electrode 24. The capacitor electrode 25 is connected to the ground terminal electrodes 29a, 29b.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.08.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-165171

(P2000-165171A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テコト (参考)
H 0 3 H	5/02	H 0 3 H	5/02
H 0 1 F	27/00		7/075
H 0 1 G	4/40	H 0 1 F	15/00
H 0 3 H	7/075	H 0 1 G	4/40
			3 2 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-340104

(22) 出願日 平成10年11月30日 (1998. 11. 30)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 加藤 登

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 増田 博志

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 100091432

弁理士 森下 武一

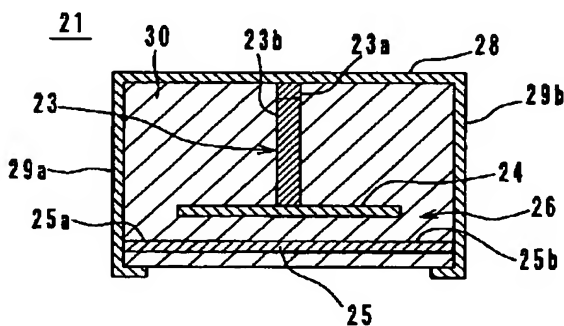
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 LC共振器部品及びLCフィルタ

(57) 【要約】

【課題】 良好なQ特性を有する小型で安価なLC共振器部品及びLCフィルタを提供する。

【解決手段】 LC共振器部品21は、絶縁体シートを積み重ねた積層体30に、インダクタ23とコンデンサ26とを形成してなるものである。インダクタ23はビアホール23a、23bにて構成されている。コンデンサ26はコンデンサ電極24、25にて構成されている。積層体30の上面にはグラウンド電極28が形成され、積層体30の左右の側面にはグラウンド端子電極29a、29bが形成されている。グラウンド端子電極29a、29bの一端はグラウンド電極28に接続している。インダクタ23の一端はグラウンド電極28に接続され、他端はコンデンサ電極24に接続している。コンデンサ電極25はグラウンド端子電極29a、29bに接続している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁体層を積み重ねて構成した積層体にインダクタとコンデンサとを形成し、これらインダクタとコンデンサとによりLC共振回路を形成したLC共振器部品において、

前記インダクタが、前記積層体内にて前記絶縁体層の積み重ね方向に形成されたビアホールにより構成され、前記インダクタの一端が前記積層体の表面に設けたグラウンド電極に電気的に接続され、前記インダクタの他端が前記コンデンサの一方のコンデンサ電極に電気的に接続されていることを特徴とするLC共振器部品。

【請求項2】 前記積層体の表面に設けたグラウンド電極が、前記積層体の側面に設けた端子電極を介して、前記インダクタの他端に電気的に接続されている前記コンデンサ電極に対向するいま一つのコンデンサ電極に電気的に接続していることを特徴とする請求項1記載のLC共振器部品。

【請求項3】 絶縁体層を積み重ねて構成した積層体にインダクタとコンデンサとを形成し、各々が前記インダクタとコンデンサとにより複数のLC共振回路を形成したLCフィルタにおいて、

前記各LC共振回路は、前記インダクタが前記積層体内にて前記絶縁体層の積み重ね方向に形成されたビアホールにより構成され、前記インダクタの一端が前記積層体の表面に設けたグラウンド電極に電気的に接続され、前記インダクタの他端が前記コンデンサの一方のコンデンサ電極に電気的に接続され、隣接するLC共振回路の各コンデンサの前記コンデンサ電極に結合コンデンサ電極に対向していることを特徴とするLCフィルタ。

【請求項4】 前記グラウンド電極は、隣接するLC共振回路のインダクタをそれぞれ構成するビアホール間に位置する部位の幅が、他の部位の幅と異なっていることを特徴とする請求項3記載のLCフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、LC共振器部品及びLCフィルタ、特に、高周波の電子回路等においてノイズフィルタやトラップ等に使われるLC共振器部品及びLCフィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、図38に示すように、従来のLC共振器部品1は、例えば、グラウンド電極3とビアホール6aを設けた絶縁体シート2と、ビアホール6bを設けた絶縁体シート2と、コンデンサ電極8、9を設けた絶縁体シート2と、予め表面に導体を設けない絶縁体シート2を積み重ねて一体化した構造である。ビアホール6a、6bは、接続してインダクタ6を構成する。ビアホール6bの下部先端面は、コンデンサ電極8に直接に接続することになる。インダクタ6の軸方向は絶縁体シート2の積み重ね方向に対して平行である。

【0003】各シート2は積み重ねられた後、一体的に焼成されて図39及び図40に示すような積層体10とされる。積層体10の手前側及び奥側の側面にそれぞれ信号線側端子電極13、14が形成され、積層体10の左側及び右側の側面にそれぞれグラウンド側端子電極15、16が形成されている。端子電極13、14にはそれぞれコンデンサ電極8の端部が電気的に接続され、端子電極15にはグラウンド電極3の一方の端部とコンデンサ電極9の一方の端部が接続され、端子電極16にはグラウンド電極3の他方の端部とコンデンサ電極9の他方の端部が接続されている。

【0004】こうして得られたLC共振器部品1において、ビアホール6a、6bにて構成されたインダクタ6とコンデンサ電極8、9にて構成されたコンデンサ7とにより、図41に示すようなLC並列共振回路が形成される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のLC共振器部品1は、ビアホール6a、6bからなるインダクタ6とグラウンド側端子電極15、16とがグラウンド電極3を介して電気的に接続されている。このため、グラウンド電極3の残留インダクタンス（等価直列インダクタンス）がインダクタ6とグラウンド側端子電極15、16との間に挿入されることになる。このグラウンド電極3は、一般的に薄層であるため、そのQ特性は、インダクタ6のQ特性より悪く、結果として共振器部品のQ特性を劣化させていた。

【0006】この問題を解消するため、グラウンド電極3の厚みや面積を大きくすることが提案されたが、上下で互いに接する絶縁体シート2同士の密着力が低下し、焼成後の絶縁体シート2の層剥がれ（デラミネーション）が発生するという問題がある。また、グラウンド電極3を多層化することも提案されたが、十分なQ特性の改善は得られなかった。

【0007】そこで、本発明の目的は、良好なQ特性を有する小型で安価なLC共振器部品およびLCフィルタを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係るLC共振器部品は、インダクタが、積層体内にて絶縁体層の積み重ね方向に形成されたビアホールにより構成され、前記インダクタの一端が前記積層体の表面に設けたグラウンド電極に電気的に接続され、前記インダクタの他端がコンデンサの一方のコンデンサ電極に電気的に接続されていることを特徴とする。さらに、積層体の表面に設けたグラウンド電極は、前記積層体の側面に設けた端子電極を介して、前記インダクタの他端に電気的に接続されている前記コンデンサ電極に対向するいま一つのコンデンサ電極に電気的に接続している。

【0009】また、本発明に係るLCフィルタは、各LC共振回路の、インダクタが積層体内にて絶縁体層の積み重ね方向に形成されたビアホールにより構成され、前記インダクタの一端が前記積層体の表面に設けたグラウンド電極に電気的に接続され、前記インダクタの他端が前記コンデンサの一方のコンデンサ電極に電気的に接続され、隣接するLC共振回路の各コンデンサの前記コンデンサ電極には結合コンデンサ電極が対向していることを特徴とする。さらに、グラウンド電極は、隣接するLC共振回路のインダクタをそれぞれ構成するビアホール間に位置する部位の幅が、他の部位の幅と異なっている。

【0010】

【作用】以上の構成により、グラウンド電極は積層体の表面に設けられているので、絶縁体層のデラミネーションを考慮することなく、グラウンド電極の膜厚や面積が設定される。また、一般に、誘電体中に配設された導体を伝播する高周波信号は、波長 λ が $\epsilon^{1/2}$ に比例して短くなる（ただし、 ϵ は誘電体の誘電率）。つまり、誘電体中に配設された導体のインダクタンスは、 $\epsilon^{1/2}$ に比例して大きくなる。一方、積層体の表面に設けられたグラウンド電極は、その一方の面が積層体に接し、他方の面が空気に接しているため、グラウンド電極の周囲の誘電体の実効誘電率 ϵ は、ビアホールにより構成されたインダクタの周囲の誘電体の誘電率 ϵ より小さくなる。空気の誘電率は積層体の誘電率より小さいからである。従って、積層体の表面に設けられたグラウンド電極のインダクタンスは、ビアホールにより構成されたインダクタのインダクタンスより小さくなる。この結果、LC共振回路のインダクタンスは、ビアホールにより構成されたインダクタによって支配されることになり、LC共振器部品やLCフィルタのQ特性が良くなる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係るLC共振器部品及びLCフィルタの実施の形態について添付の図面を参照して説明する。

【0012】[第1実施形態、図1～図4] 図1に示すように、LC共振器部品21は、ビアホール23a、23bをそれぞれ中央部に設けた絶縁体シート22と、コンデンサ電極24、25をそれぞれ表面に設けた絶縁体シート22等からなる。絶縁体シート22は、誘電体粉末や磁性体粉末を結合剤等と一緒に混練したものをシート状にしたものである。コンデンサ電極24、25はAg、Pd、Cu、Au、Ag-Pd等からなり、印刷等の手段により形成される。また、ビアホール23a、23bは、Ag、Pd、Cu、Au、Ag-Pd等の導電性ペーストを予め絶縁体シート22に設けた穴に充填することによって形成される。

【0013】ビアホール23a、23bは、絶縁体シート22の積み重ね方向に形成され、接続してインダクタ23を構成する。インダクタ23の一方の端部（ビアホ

ール23bの下部先端面）は、コンデンサ電極24に直接に接続する。ビアホール23bは、軸方向に長尺状のものであり、第1実施形態の場合、ビアホール23bの軸方向がシート厚み方向に平行になるように、ビアホール23bをシート22に形成している。但し、ビアホール23bの形成方法はこれに限るものではなく、例えば薄いシートにビアホールを形成し、この薄いシートを複数枚積層させることにより、それぞれのシートに形成したビアホールを接続させてもよい。

10 【0014】インダクタ23に電流が流れると、インダクタ23の周囲に、インダクタ23の軸方向に対して垂直な面を周回する磁束 ϕ が発生する。しかしながら、インダクタ23とコンデンサ電極24、25が垂直に配置されているので、磁束 ϕ がコンデンサ電極24、25を貫通せず、コンデンサ電極24、25に渦電流が発生しない。従って、渦電流損が少なく、Qの高いLC共振器部品21が得られる。

20 【0015】コンデンサ電極24は、その引出し部24aがシート22の手前側の辺に露出している。コンデンサ電極24に対向するいま一つのコンデンサ電極25は、その引出し部25a、25bがそれぞれシート22の左側及び右側の辺に露出している。

【0016】各シート22は積み重ねられた後、一体的に焼成されて図2及び図3に示すような直方体形状を有する積層体30とされる。積層体30の手前側の側面には、信号線側端子電極27が形成されている。積層体30の上面（言い換えると、シート22の積み重ね方向に対して垂直な面）には、グラウンド電極28が形成されている。積層体30の左側及び右側の側面には、それぞれグラウンド側端子電極29a、29bが形成され、該グラウンド側端子電極29a、29bの一端はそれぞれグラウンド電極28に電気的に接続している。端子電極27、29a、29b及びグラウンド電極28は、塗布焼付、スパッタリング、あるいは蒸着等の手段により形成される。信号線側端子電極27には、コンデンサ電極24の引出し部24aが接続され、グラウンド側端子電極29a、29bにはコンデンサ電極25の引出し部25a、25bがそれぞれ接続されている。グラウンド電極28には、インダクタ23の一端（即ち、ビアホール23a）が接続されている。

40 【0017】以上の構成を有するLC共振器部品21は、図4の(A)に示すような等価回路を有する。該等価回路において、L1はビアホール23a、23bにより形成されたインダクタ23のインダクタンスであり、Ls1はグラウンド電極28及び端子電極29aの残留インダクタンス（等価直列インダクタンス）を加算したものであり、Ls2はグラウンド電極28及び端子電極29bの残留インダクタンス（等価直列インダクタンス）を加算したものである。Cは、コンデンサ電極24、25により形成されたコンデンサ26のキャパシタンスであ

る。図4の(A)の等価回路は、三つのインダクタンス L_1 , L_{s1} , L_{s2} を一つのインダクタンス L で表示することにより、図4の(B)に示すようなLC並列共振回路となる。

【0018】LC共振器部品21は、グラウンド電極28を積層体30の表面(上面)に設けているので、グラウンド電極28の膜厚を厚くしたり、グラウンド電極28の面積を広くしたりしても、積層体30にデラミネーション等が発生する心配がない。従って、積層体30のデラミネーションを考慮することなく、グラウンド電極28の膜厚を厚くしたり、面積を広くすることができるので、グラウンド電極28の抵抗成分が小さくなり、Q値の高いLC共振器部品21を得ることができる。

【0019】さらに、グラウンド電極28やグラウンド側端子電極29a, 29bは、その一方の面が積層体30に接し、他方の面が空気に接しているため、グラウンド電極28や端子電極29a, 29bの周囲の誘電体の実効誘電率 ϵ は、ビアホール23a, 23bにより構成されたインダクタ23の周囲の誘電体の誘電率 ϵ より小さくなる。空気の誘電率は積層体30の誘電率より小さいからである。従って、グラウンド電極28及び端子電極29a, 29bにて形成される残留インダクタンス L_{s1} , L_{s2} は、インダクタ23にて形成されるインダクタンス L_1 より小さくなる。この結果、LC共振器部品21は、残留インダクタンス L_{s1} , L_{s2} よりインダクタンス L_1 の方が支配的となり、Qが改善される。インダクタ23のQ特性の方が、グラウンド電極28や端子電極29a, 29bのQ特性より優れているからである。

【0020】また、積層体30の上面に設けたグラウンド電極28を流れる高周波電流は、左右に二つに分かれて、それぞれ積層体30の対向する左右の側面に設けた端子電極29a, 29bに流れる。従って、端子電極29aを流れる高周波電流と端子電極29bを流れる高周波電流とは、グラウンド電極28を逆方向に流れることになり、高周波電流がグラウンド電極28を流れることによって発生する磁界が打ち消される。これにより、グラウンド電極28の残留インダクタンス成分がさらに小さくなり、LC共振器部品21のQ特性をさらに向上させる。さらに、端子電極29a, 29bの膜厚を厚くしたり、面積を広くすることにより、端子電極29a, 29bの残留インダクタンス成分を小さくし、Q特性を向上させることもできる。因みに、LC共振器部品21のQ特性は、従来のLC共振器部品1の1.5倍以上であり、これは誘電体共振器のQ特性に略等しい。また、LC共振器部品21のサイズは誘電体共振器の $1/2 \sim 1/3$ である。

【0021】[第2実施形態、図5～図8] 図5に示すように、LC共振器部品31は、ビアホール23a, 23bをそれぞれ設けた絶縁体シート22と、コンデンサ電極24, 32をそれぞれ表面に設けた絶縁体シート2

2等からなる。コンデンサ電極24に対向する一方のコンデンサ電極32は、その引出し部32aがシート22の奥側の辺に露出している。

【0022】各シート22は積み重ねられた後、一体的に焼成されて図6及び図7に示すような直方体形状を有する積層体33とされる。積層体33の手前側の側面には、信号線側端子電極27が形成されている。積層体30の上面には、グラウンド電極34が形成されている。積層体30の奥側の側面にはグラウンド側端子電極35が形成され、該グラウンド側端子電極35の一端はグラウンド電極34に電氣的に接続している。信号線側端子電極27には、コンデンサ電極24の引出し部24aが接続され、グラウンド側端子電極35にはコンデンサ電極32の引出し部32aが接続されている。グラウンド電極34には、インダクタ23の一端(即ち、ビアホール23a)が接続されている。なお、図5～図7において、図1～図3に対応する部分には同じ符号を付し、重複した説明は省略する(以下の各実施形態においても同様とする)。

【0023】以上の構成を有するLC共振器部品31は、図8の(A)に示すような等価回路を有する。該等価回路において、 L_1 はビアホール23a, 23bにより形成されたインダクタ23のインダクタンスであり、 L_{s3} はグラウンド電極34及びグラウンド側端子電極35の残留インダクタンス(等価直列インダクタンス)を加算したものである。Cは、コンデンサ電極24, 32により形成されたコンデンサ36のキャパシタンスである。図8の(A)の等価回路は、二つのインダクタンス L_1 , L_{s3} を一つのインダクタンス L で表示することにより、図8の(B)に示すようなLC並列共振回路となる。LC共振器部品31は、前記第1実施形態のLC共振器部品21と実質的に同様の構成を有しているため、LC共振器部品21と同様の作用効果を奏することができる。

【0024】[第3実施形態、図9～図12] 図9に示すように、LC共振器部品41は、ビアホール23a, 23b及びグラウンド用ビアホール42a, 42b, 43a, 43bをそれぞれ設けた絶縁体シート22と、コンデンサ電極24及びグラウンド用ビアホール42c, 43cを設けた絶縁体シート22と、コンデンサ電極25を設けた絶縁体シート22等からなる。

【0025】グラウンド用ビアホール42a～42c, 43a～43cは、それぞれ絶縁体シート22の積み重ね方向に形成され、接続してグラウンド導体42, 43を構成する。グラウンド用ビアホール42c, 43cの下部先端面はコンデンサ電極25に直接に接続する。グラウンド導体42, 43は横断面が矩形状であるが、円形状であってもよいことは言うまでもない。

【0026】各シート22は、積み重ねられた後、一体的に焼成されて図10及び図11に示すような積層体4

9とされる。積層体49の手前側の側面には、信号線側端子電極45が形成されている。積層体49の上面には、グラウンド電極44が形成されている。積層体49の左側及び右側の側面にはグラウンド側端子電極46a、46bが形成されている。信号線側端子電極45には、コンデンサ電極24の引出し部24aが接続され、グラウンド側端子電極46a、46bには、コンデンサ電極25の引出し部25a、25bがそれぞれ接続されている。グラウンド電極44には、インダクタ23の一端（即ち、ビアホール23a）と、グラウンド導体42、43の一端（即ち、グラウンド用ビアホール42a、43a）とが接続されている。

【0027】以上の構成からなるLC共振器部品41は、図12の（A）に示すような等価回路を有する。該等価回路において、L1はビアホール23a、23bにより形成されたインダクタ23のインダクタンスであり、Ls4はグラウンド電極44、グラウンド導体42、コンデンサ電極25及びグラウンド側端子電極46aの残留インダクタンス（等価直列インダクタンス）を加算したものであり、Ls5はグラウンド電極44、グラウンド導体43、コンデンサ電極25及びグラウンド側端子電極46bの残留インダクタンスを加算したものである。図12の（A）の等価回路は、三つのインダクタンスL1、Ls4、Ls5を一つのインダクタンスLで表示することにより、図12の（B）に示すようなLC並列共振回路となる。このLC共振器部品41は、前記第1実施形態のLC共振器部品21と同様の作用効果を奏することができる。

【0028】〔第4実施形態、図13～図16〕図13に示すように、LC共振器部品51は、ビアホール23a、23bをそれぞれ設けた絶縁体シート22と、コンデンサ電極24、52をそれぞれ表面に設けた絶縁体シート22等からなる。コンデンサ電極24に対向するいま一つのコンデンサ電極52は、その引出し部52aがシート22の右側の辺に露出している。

【0029】各シート22は積み重ねられた後、一体的に焼成されて図14及び図15に示すような積層体58とされる。積層体58の右側の側面には、信号線側端子電極56が形成されている。積層体58の上面にはグラウンド電極54が形成されている。積層体58の左側の側面には、グラウンド側端子電極55が形成され、該グラウンド側端子電極55の一端はグラウンド電極54に電氣的に接続している。信号線側端子電極56には、コンデンサ電極52の引出し部52aが接続されている。グラウンド電極54には、インダクタ23の一端（即ち、ビアホール23a）が接続されている。

【0030】以上の構成からなるLC共振器部品51は、図16の（A）に示すような等価回路を有する。該等価回路において、L1はビアホール23a、23bにより形成されたインダクタ23のインダクタンスであ

り、Ls6はグラウンド電極54及びグラウンド側端子電極55の残留インダクタンスを加算したものである。Cは、コンデンサ電極24、52により形成されたコンデンサ53のキャパシタンスである。図16の（A）の等価回路は、二つのインダクタンスL1、Ls6を一つのインダクタンスLで表示することにより、図16の（B）に示すようなLC直列共振回路となる。このLC共振器部品51は、前記第1実施形態のLC共振器部品21と同様の作用効果を奏することができる。

【0031】〔第5実施形態、図17～図20〕図17に示すように、LC共振器部品61は、ビアホール23a、23bとグラウンド用ビアホール62a、62b、63a、63b、64a、64bをそれぞれ設けた絶縁体シート22と、コンデンサ電極65とグラウンド用ビアホール62c、63c、64cを設けた絶縁体シート22と、コンデンサ電極66を設けた絶縁体シート22等からなる。

【0032】グラウンド用ビアホール62a～62c、63a～63c、64a～64cは、それぞれ絶縁体シート22の積み重ね方向に形成され、接続してグラウンド導体62、63、64を構成する。グラウンド用ビアホール62c、63c、64cの下部先端面はコンデンサ電極66に直接に接続する。

【0033】各シート22は、積み重ねられた後、一体的に焼成されて図18及び図19に示すような積層体68とされる。積層体68の右側の側面には、信号線側端子電極70が形成されている。積層体68の上面には、グラウンド電極69が形成されている。積層体68の左側の側面にはグラウンド側端子電極71が形成されている。信号線側端子電極70には、コンデンサ電極65の引出し部65aが接続され、グラウンド側端子電極71には、コンデンサ電極66の引出し部66aが接続されている。グラウンド電極69には、インダクタ23の一端（即ち、ビアホール23a）と、グラウンド導体62、63、64のそれぞれの一端（即ち、グラウンド用ビアホール62a、63a、64a）とが接続されている。

【0034】以上の構成からなるLC共振器部品61は、図20に示すような等価回路を有する。該等価回路において、L1はビアホール23a、23bにより形成されたインダクタ23のインダクタンスであり、Ls7はグラウンド電極69、グラウンド導体62、コンデンサ電極66及びグラウンド側端子電極71の残留インダクタンス（等価直列インダクタンス）を加算したものであり、Ls8はグラウンド電極69、グラウンド導体63、コンデンサ電極66及びグラウンド側端子電極71の残留インダクタンスを加算したものである。さらに、Ls9はグラウンド電極69、グラウンド導体64、コンデンサ電極66及びグラウンド側端子電極71の残留インダクタンスを加算したものであり、Cはコンデンサ電極65、66により形成されたコンデンサ67のキャパシタンスである。

このLC共振器部品61は、前記第1実施形態のLC共振器部品21と同様の作用効果を奏することができる。

【0035】[第6実施形態、図21～図24]図21に示すように、LC共振器部品81は、ビアホール83a、83b、83c、83dをそれぞれ設けた絶縁体シート22と、コンデンサ電極24、25をそれぞれ設けた絶縁体シート22等からなる。

【0036】ビアホール83a～83dは絶縁体シート22の積み重ね方向に形成され、接続してインダクタ83を構成する。インダクタ83の軸方向の中間位置(具体的にはビアホール83cの位置)に引出し電極84が接続している。インダクタ83の一方の端部(ビアホール83dの下部先端面)は、コンデンサ電極24に直接に接続する。

【0037】各シート22は積み重ねられた後、一体的に焼成されて図22及び図23に示すような積層体89とされる。積層体89の手前側の側面には、信号線側端子電極86が形成されている。積層体89の上面には、グラウンド電極87が形成されている。積層体89の左側及び右側の側面には、それぞれグラウンド側端子電極88a、88bが形成され、該グラウンド側端子電極88a、88bの一端はそれぞれグラウンド電極87に電氣的に接続している。信号線側端子電極86には、引出し電極84が接続され、グラウンド側端子電極88a、88bにはコンデンサ電極25の引出し部25a、25bがそれぞれ接続されている。グラウンド電極87には、インダクタ83の一端(即ち、ビアホール83a)が接続されている。

【0038】以上の構成を有するLC共振器部品81は、図24に示すようなLC共振回路を有する。該等価回路において、L1は、インダクタ83のうち、引出し電極84からコンデンサ電極24に至る部分(即ち、ビアホール83c、83d)のインダクタンスである。Ls10は、インダクタ83の残りの部分(即ち、ビアホール83a、83b)のインダクタンスと、グラウンド電極87及び端子電極88a、88bの残留インダクタンス(等価直列インダクタンス)とを加算したものである。Cは、コンデンサ電極24、25により形成されたコンデンサ26のキャパシタンスである。

【0039】このLC共振器部品81は、引出し電極84がインダクタ83の中間タップとして機能している。従って、LC共振器部品81は、前記第1実施形態のLC共振器部品21が奏する作用効果に加えて、引出し電極84の引出し位置を変えることにより、LC共振回路の特性インピーダンスを調整することができる。具体的には、ビアホール83dを設けた絶縁体シート22のシート厚を薄くして引出し電極84の位置をコンデンサ電極24側に近づけると、特性インピーダンスは高くなる。逆に、ビアホール83dを設けた絶縁体シート22のシート厚を厚くして、引出し電極84の位置をコンデ

ンサ電極24から遠ざけると、特性インピーダンスは低くなる。

【0040】[第7実施形態、図25～図29]図25に示すように、LCフィルタ101は、ビアホール103a、104a及びビアホール103b、104bをそれぞれ設けた絶縁体シート22と、ビアホール103c、104c及び結合コンデンサ電極111、112を設けた絶縁体シート22と、コンデンサ電極105、106、コンデンサ電極108をそれぞれ設けた絶縁体シート22等からなる。

【0041】ビアホール103a～103cは接続して、絶縁体シート22の積み重ね方向に軸を有するインダクタ103を構成する。ビアホール104a～104cは接続して、絶縁体シート22の積み重ね方向に軸を有するインダクタ104を構成する。インダクタ103、104の一方の端部(ビアホール103c、104cの下端面)は、それぞれコンデンサ電極105、106に直接に接続する。

【0042】シート22の左寄りの位置に形成したコンデンサ電極105は、その引出し部105aがシート22の奥側の辺に露出している。シート22の右寄りの位置に形成したコンデンサ電極106は、その引出し部106aがシート22の手前側の辺に露出している。コンデンサ電極105、106に対向する共通のコンデンサ電極108は、その引出し部108a、108bがそれぞれシート22の左側及び右側の辺に露出している。結合コンデンサ電極111は、その引出し部111aが手前側の辺に露出し、結合コンデンサ電極112は、その引出し部112aが奥側の辺に露出している。

【0043】各シート22は積み重ねられた後、一体的に焼成されて図26及び図27に示すような積層体115とされる。積層体115の手前側及び奥側の側面には、それぞれ入力側端子電極116及び出力側端子電極117が形成されている。積層体115の上面には、グラウンド電極118が形成されている。積層体115の左側及び右側の側面には、それぞれグラウンド側端子電極119a、119bが形成され、該グラウンド側端子電極119a、119bの一端はそれぞれグラウンド電極118に電氣的に接続している。入力側端子電極116には、コンデンサ電極106の引出し部106a及び結合コンデンサ111の引出し部111aが接続されている。出力側端子電極117には、コンデンサ電極105の引出し部105a及び結合コンデンサ112の引出し部112aが接続されている。グラウンド電極118には、インダクタ103、104の一端(即ち、ビアホール103a、104a)がそれぞれ接続されている。グラウンド側端子電極119a、119bには、コンデンサ電極108の引出し部108a、108bがそれぞれ接続されている。

【0044】以上の構成を有するLCフィルタ101

は、図28に示すような等価回路を有する。該等価回路において、L2は、ビアホール104a~104cにより形成されたインダクタ104のインダクタンスと、グラウンド電極118及び端子電極119bの残留インダクタンス（等価直列インダクタンス）を加算したものである。L3は、ビアホール103a~103cにより形成されたインダクタ103のインダクタンスと、グラウンド電極118及び端子電極119aの残留インダクタンスを加算したものである。C2はコンデンサ電極105、108により形成されたコンデンサ109のキャパシタンス、C3はコンデンサ電極106、108により形成されたコンデンサ110のキャパシタンスである。Cdは、コンデンサ電極105、106と結合コンデンサ111、112との間に形成された結合キャパシタンスである。

【0045】インダクタンスL2とキャパシタンスC2は入力側LC共振回路120を構成し、インダクタンスL3とキャパシタンスC3は出力側LC共振回路121を構成している。コンデンサ電極105、106と結合コンデンサ111、112の間の結合キャパシタンスCdを大きくすることにより、LC共振回路120と121の電気結合を大きくすることができる。

【0046】そして、インダクタ103、104と電極105、106、108、111、112が垂直に配置されているので、インダクタ103、104を電流が流れたときに発生する磁束が電極105、106、108、111、112を貫通せず、これらの電極105、106等に渦電流が発生しない。従って、渦電流損が少なく、Qの高いLCフィルタ101が得られる。

【0047】さらに、グラウンド電極118やグラウンド側端子電極119a、119bは、その一方の面が積層体115に接し、他方の面が空気に接している。従って、グラウンド電極118や端子電極119a、119bにて形成される残留インダクタンスが、インダクタ103、104にて形成されるインダクタより小さくなる。これにより、LC共振回路120、121のインダクタンスL2、L3は、残留インダクタンスよりインダクタ103、104にて形成されるインダクタンスの方が支配的となり、Qが改善される。こうして、狭帯域で低挿入損失のLCフィルタ101が得られる。具体的には、同一の帯域幅で、従来と比較して、20~30%の損失向上が図られた。

【0048】また、LC共振回路120のグラウンド側とLC共振回路121のグラウンド側は、グラウンド電極118を介して磁気結合している。この磁気結合の強度は、グラウンド電極118のインダクタ103と104の間の部位118aのパターン幅を変えることにより調節することができる。具体的には、インダクタ103と104の間の部位118aのパターン幅を小さくすると磁気結合は弱くなり、パターン幅を大きくすると磁気結合は強

くなる。

【0049】グラウンド電極118だけではLC共振回路120と121のグラウンド側の磁気結合が不足する場合には、図29に示すように、ビアホール103d、104d及び接続パターン120を設けた絶縁体シート22を使用し、接続パターン120によってインダクタ103と104を軸方向の中間位置で電気的にショートさせる。これにより、LC共振回路120と121の磁気結合を強くすることができる。接続パターン120の位置をコンデンサ電極105、106側に近づけるにつれて、磁気結合は強くなる。

【0050】〔第8実施形態、図30~図33〕図30に示すように、LCフィルタ131は、ビアホール133a、134a、ビアホール133b、134b及びビアホール133d、134dをそれぞれ設けた絶縁体シート22と、ビアホール133c、134c及び引出し電極142、143を設けた絶縁体シート22と、ビアホール133e、134e及び結合コンデンサ電極141を設けた絶縁体シート22と、コンデンサ電極135、136、コンデンサ電極137をそれぞれ設けた絶縁体シート22等からなる。

【0051】ビアホール133a~133eは接続して、絶縁体シート22の積み重ね方向に軸を有するインダクタ133を構成する。ビアホール134a~134eは接続して、絶縁体シート22の積み重ね方向に軸を有するインダクタ134を構成する。インダクタ133、134の軸方向の中間位置（具体的には、ビアホール133c、134cの位置）に、それぞれ引出し電極142、143が接続している。インダクタ133、134の一方の端部（ビアホール133e、134eの下端面）は、それぞれコンデンサ電極135、136に直接に接続する。

【0052】各シート22は積み重ねられた後、一体的に焼成されて図31及び図32に示すような積層体145とされる。積層体145の手前側及び奥側の側面には、それぞれ入力側端子電極146及び出力側端子電極147が形成されている。積層体145の上面には、グラウンド電極148が形成されている。積層体145の左側及び右側の側面には、それぞれグラウンド側端子電極149a、149bが形成され、該グラウンド側端子電極149a、149bの一端はそれぞれグラウンド電極148に電気的に接続している。入力側端子電極146には、引出し電極142が接続されている。出力側端子電極147には、引出し電極143が接続されている。グラウンド電極148には、インダクタ133、134の一端（即ち、ビアホール133a、134a）がそれぞれ接続されている。グラウンド側端子電極149a、149bには、コンデンサ電極137の引出し部137a、137bがそれぞれ接続されている。

【0053】以上の構成を有するLCフィルタ131

は、図33に示すような等価回路を有する。該等価回路において、L4は、インダクタ134のうち、引出し電極142からコンデンサ電極136に至る部分（即ち、ビアホール134c～134e）のインダクタンスである。Ls11は、インダクタ134の残りの部分（即ち、ビアホール134a、134b）のインダクタと、グラウンド電極148及び端子電極149bの残留インダクタンス（等価直列インダクタンス）とを加算したものである。C4は、コンデンサ電極136、137により形成されたコンデンサ140のキャパシタンスである。同様に、L5は、インダクタ133のうち、引出し電極143からコンデンサ電極135に至る部分（即ち、ビアホール133c～133e）のインダクタンスである。Ls12は、インダクタ133の残りの部分（即ち、133a、133b）のインダクタと、グラウンド電極148及び端子電極149aの残留インダクタンス（等価直列インダクタンス）とを加算したものである。C5は、コンデンサ電極135、137により形成されたコンデンサ139のキャパシタンスである。Cdは、コンデンサ電極135、136と結合コンデンサ141との間に形成された結合キャパシタンスである。

【0054】このLCフィルタ131は、インダクタンスL4、Ls11とキャパシタンスC4が入力側LC共振回路151を構成し、インダクタンスL5、Ls12とキャパシタンスC5が出力側LC共振回路152を構成している。そして、引出し電極142、143がそれぞれインダクタ134、133の中間タップとして機能している。従って、LCフィルタ131は、前記第7実施形態のLCフィルタ101が奏する作用効果に加えて、引出し電極142、143の引出し位置を変えることにより、フィルタの特性インピーダンスを調整することができる。

【0055】〔第9実施形態、図34～図37〕前記第7及び第8実施形態ではLC共振回路を2個備えたLCフィルタについて説明したが、3個以上備えたLCフィルタを構成することもできる。第9実施形態はLC共振回路を3個備えたLCフィルタについて説明する。

【0056】図34に示すように、LCフィルタ161は、ビアホール163a、164a、165a及びビアホール163b、164b、165bをそれぞれ設けた絶縁体シート22と、ビアホール163c、164c、165c及び結合コンデンサ電極173、174を設けた絶縁体シート22と、コンデンサ電極166、167、168、コンデンサ電極169をそれぞれ設けた絶縁体シート22等からなる。

【0057】ビアホール163a～163cは接続して、絶縁体シート22の積み重ね方向に軸を有するインダクタ163を構成する。ビアホール164a～164c、165a～165cはそれぞれ接続して、絶縁体シート22の積み重ね方向に軸を有するインダクタ16

4、165を構成する。インダクタ163、164、165の一方の端部（ビアホール163c、164c、165cの下端面）は、それぞれコンデンサ電極166、167、168に直接に接続する。

【0058】シート22の左寄りの位置に形成したコンデンサ電極166は、その引出し部166aがシート22の左側の辺に露出している。シート22の右寄りの位置に形成したコンデンサ電極168は、その引出し部168aがシート22の右側の辺に露出している。コンデンサ電極166～168に対向する共通のコンデンサ電極169は、その引出し部169a、169bがそれぞれシート22の手前側及び奥側の辺に露出している。

【0059】各シート22は積み重ねられた後、一体的に焼成されて図35及び図36に示すような積層体175とされる。積層体175の左側及び右側の側面には、それぞれ入力側端子電極176及び出力側端子電極177が形成されている。積層体175の上面には、グラウンド電極178が形成されている。積層体175の手前側及び奥側の側面には、それぞれグラウンド側端子電極179a、179bが形成され、該グラウンド側端子電極179a、179bの一端はそれぞれグラウンド電極178に電気的に接続している。入力側端子電極176には、コンデンサ電極166の引出し部166aが接続されている。出力側端子電極177には、コンデンサ電極168の引出し部168aが接続されている。グラウンド電極178には、インダクタ163、164、165の一端（即ち、ビアホール163a、164a、165a）がそれぞれ接続されている。グラウンド側端子電極179a、179bには、コンデンサ電極169の引出し部169a、169bがそれぞれ接続されている。

【0060】以上の構成を有するLCフィルタ161は、図37に示すような等価回路を有する。該等価回路において、L6は、ビアホール163a～163cにより形成されたインダクタ163のインダクタンスと、グラウンド電極178及び端子電極179a、179bの残留インダクタンス（等価直列インダクタンス）を加算したものである。L7は、ビアホール164a～164cにより形成されたインダクタ164のインダクタンスと、グラウンド電極178及び端子電極179a、179bの残留インダクタンスを加算したものである。L8は、ビアホール165a～165cにより形成されたインダクタ165のインダクタンスと、グラウンド電極178及び端子電極179a、179bの残留インダクタンスを加算したものである。C6はコンデンサ電極166、169により形成されたコンデンサ170のキャパシタンス、C7はコンデンサ電極167、169により形成されたコンデンサ171のキャパシタンス、C8はコンデンサ電極168、169により形成されたコンデンサ172のキャパシタンスである。Cd1は、コンデンサ電極166、167と結合コンデンサ173との間

に形成された結合キャパシタンス、Cd2は、コンデンサ電極167、168と結合コンデンサ174との間に形成された結合キャパシタンスである。

【0061】[他の実施形態]なお、本発明に係るLC共振器部品及びLCフィルタは、前記実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。

【0062】LC共振器部品やLCフィルタを製造する場合、コンデンサ電極やビアホールを設けた絶縁性シートを積み重ねた後、一体的に焼成する工法に必ずしも限定されない。絶縁性シートは予め焼成されたものを用いてもよい。また、以下に説明する工法によってLC共振器部品やLCフィルタを製造してもよい。すなわち、印刷等の手法によりペースト状の絶縁性材料にて絶縁体層を形成した後、その絶縁層の上からペースト状の導電性材料を塗布してコンデンサ電極やビアホールを形成する。さらに、ペースト状の絶縁性材料を上から塗布して絶縁体層とする。こうして順に重ね塗りをすることにより、積層構造を有するLC共振器部品やLCフィルタが得られる。

【0063】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明によれば、グランド電極は積層体の表面に設けられているので、絶縁体層のデラミネーションを考慮することなく、グランド電極の膜厚を厚くしたり、グランド電極の面積を広くすることができる。また、グランド電極や端子電極はその一方の面が積層体に接しているのに対して、他方の面は空気に接しているため、ビアホールにより構成されたインダクタのインダクタンスと比較して、グランド電極や端子電極のインダクタンス成分は小さくなる。従って、グランド電極や端子電極のインダクタンスと比較して、ビアホールにより形成されるインダクタンスが支配的となる。この結果、大きいQ値を有するLC共振器部品を得たり、狭帯域で挿入損失の小さいLCフィルタを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るLC共振器部品の一つの実施形態の構成を示す分解斜視図。

【図2】図1に示したLC共振器部品の外観を示す斜視図。

【図3】図2のIII-III断面図。

【図4】図2に示したLC共振器部品の電気等価回路図。

【図5】本発明に係るLC共振器部品の別の実施形態の構成を示す分解斜視図。

【図6】図5に示したLC共振器部品の外観を示す斜視図。

【図7】図6のVII-VII断面図。

【図8】図6に示したLC共振器部品の電気等価回路図。

【図9】本発明に係るLC共振器部品のさらに別の実施形態の構成を示す分解斜視図。

【図10】図9に示したLC共振器部品の外観を示す斜視図。

【図11】図10のXI-XI断面図。

【図12】図10に示したLC共振器部品の電気等価回路図。

【図13】本発明に係るLC共振器部品のさらに別の実施形態の構成を示す分解斜視図。

10 【図14】図13に示したLC共振器部品の外観を示す斜視図。

【図15】図14のXV-XV断面図。

【図16】図14に示したLC共振器部品の電気等価回路図。

【図17】本発明に係るLC共振器部品のさらに別の実施形態の構成を示す分解斜視図。

【図18】図17に示したLC共振器部品の外観を示す斜視図。

【図19】図18のXIX-XIX断面図。

20 【図20】図18に示したLC共振器部品の電気等価回路図。

【図21】本発明に係るLC共振器部品のさらに別の実施形態の構成を示す分解斜視図。

【図22】図21に示したLC共振器部品の外観を示す斜視図。

【図23】図22のXXIII-XXIII断面図。

【図24】図22に示したLC共振器部品の電気等価回路図。

30 【図25】本発明に係るLCフィルタの一つの実施形態の構成を示す分解斜視図。

【図26】図25に示したLCフィルタの外観を示す斜視図。

【図27】図26のXXVI-XXVI断面図。

【図28】図26に示したLCフィルタの電気等価回路図。

【図29】図25に示したLCフィルタの変形例を示す分解斜視図。

【図30】本発明に係るLCフィルタの別の実施形態の構成を示す分解斜視図。

40 【図31】図30に示したLCフィルタの外観を示す斜視図。

【図32】図31のXXXI-XXXI断面図。

【図33】図31に示したLCフィルタの電気等価回路図。

【図34】本発明に係るLCフィルタのさらに別の実施形態の構成を示す分解斜視図。

【図35】図34に示したLCフィルタの外観を示す斜視図。

【図36】図35のXXXVI-XXXVI断面図。

50 【図37】図35に示したLCフィルタの電気等価回路図。

図。

【図38】従来のLC共振器部品の構成を示す分解斜視図。

【図39】図38に示したLC共振器部品の外観を示す斜視図。

【図40】図39のXXXX-XXXX断面図。

【図41】図39に示したLC共振器部品の電気等価回路図。

【符号の説明】

21, 31, 41, 51, 61, 81…LC共振器部品 10
22…絶縁体シート
23, 83…インダクタ
23a, 23b, 83a~83d…ビアホール
24, 25, 32, 52, 65, 66…コンデンサ電極
26, 36, 53, 67…コンデンサ
28, 34, 44, 54, 69, 87…グランド電極
29a, 29b, 35, 55, 88a, 88b…端子電極

* 30, 33, 49, 58, 68, 89…積層体

101, 101A, 131, 161…LCフィルタ

103, 104, 133, 134, 163, 164, 1

65…インダクタ

103a~103c, 104a~104c, 133a~

133e, 134a~134e, 163a~163c,

164a~164c, 165a~165c…ビアホール

105, 106, 108, 135~137, 166~1

69…コンデンサ電極

109, 110, 139, 140, 170, 171, 1

72…コンデンサ

111, 112, 141, 173, 174…結合コンデ

ンサ電極

115, 145, 175…積層体

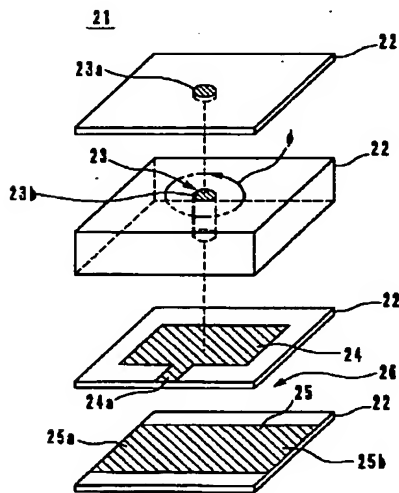
118, 148, 178…グランド電極

119a, 119b, 149a, 149b, 179a,

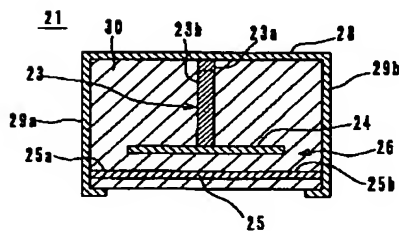
179b…端子電極

*

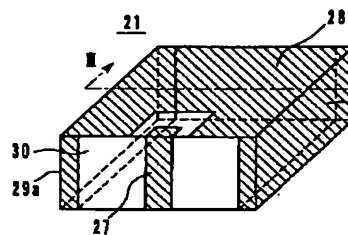
【図1】



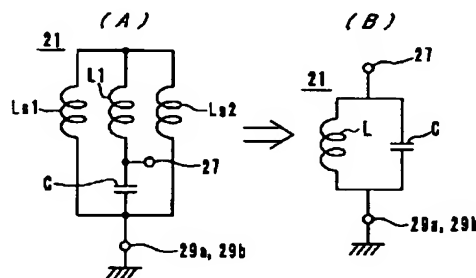
【図3】



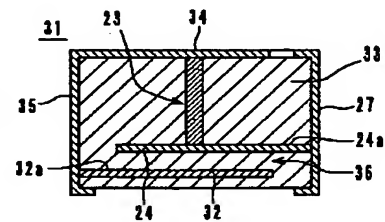
【図2】



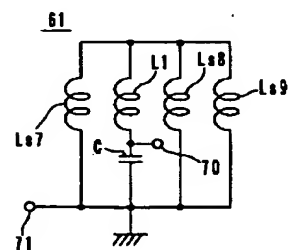
【図4】



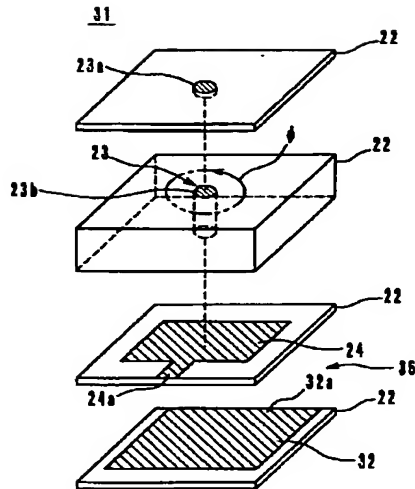
【図7】



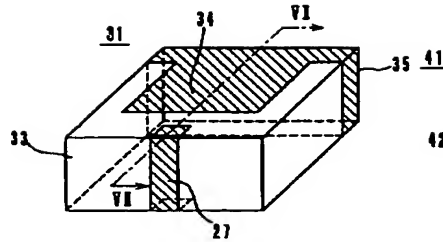
【図20】



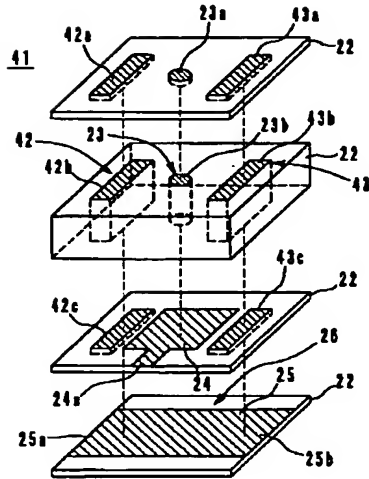
【図 5】



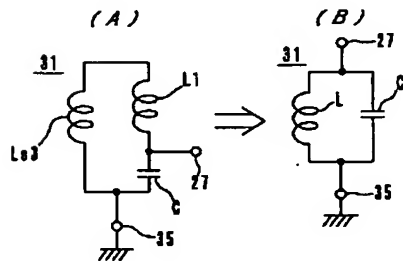
【図 6】



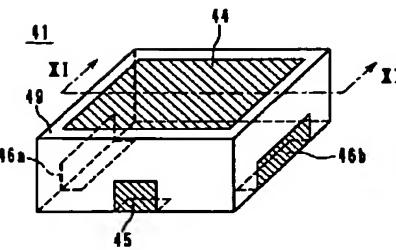
【図 9】



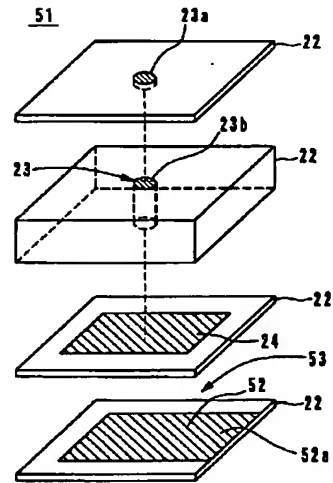
【図 8】



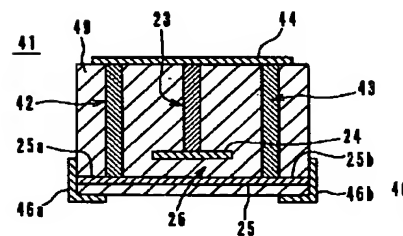
【図 10】



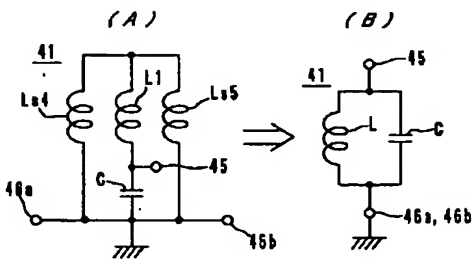
【図 13】



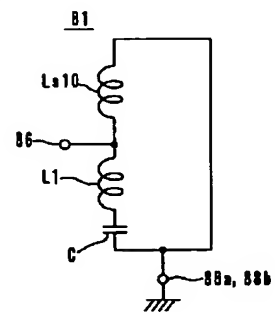
【図 11】



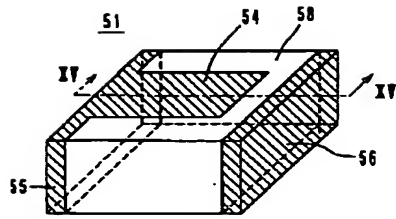
【図 12】



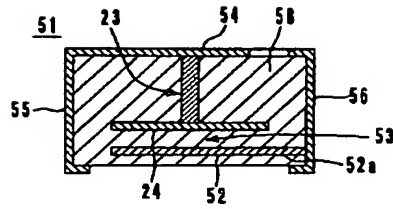
【図 24】



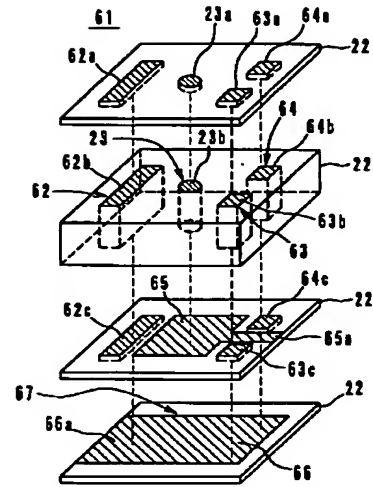
【図14】



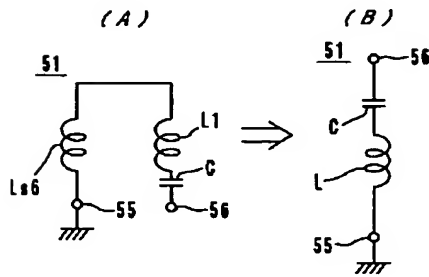
【図15】



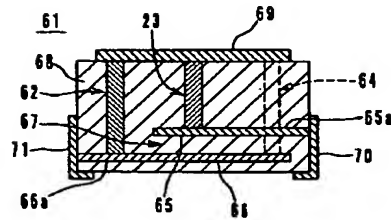
【図17】



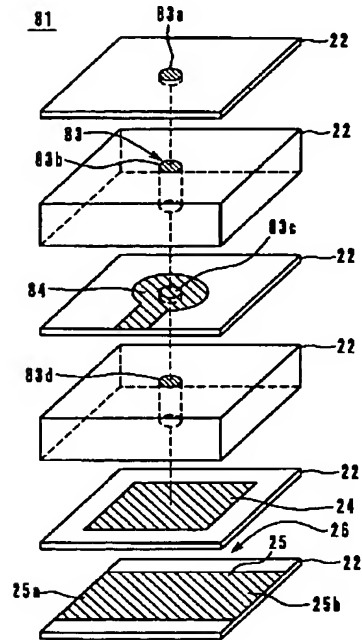
【図16】



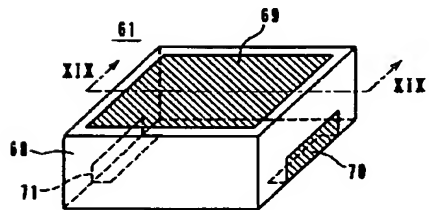
【図19】



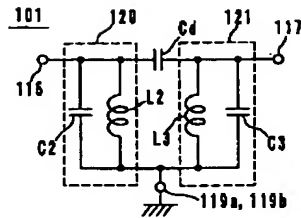
【図21】



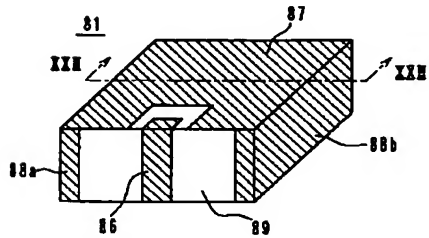
【図18】

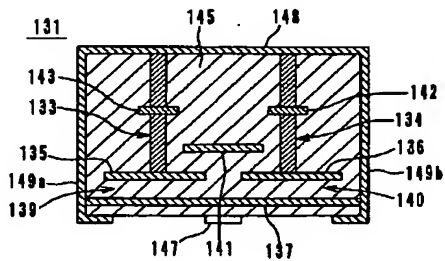
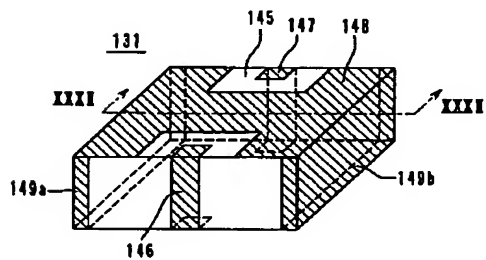
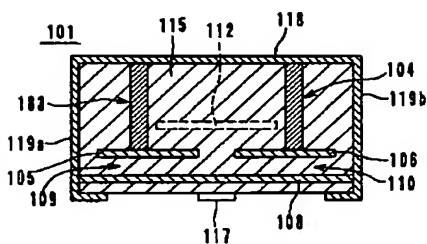
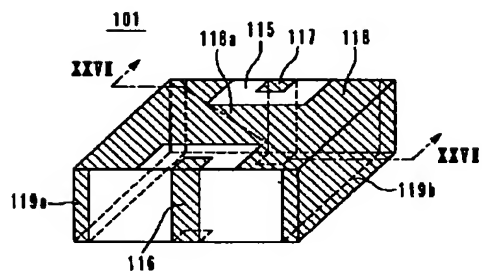
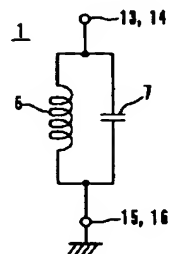
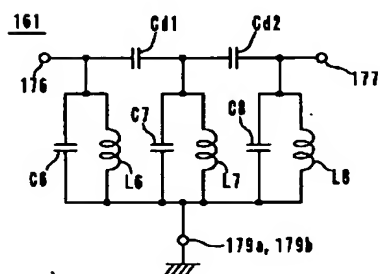
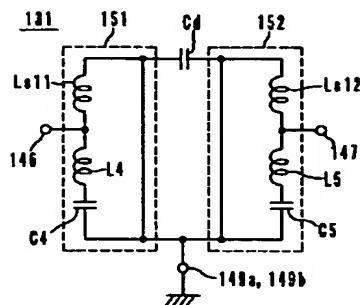
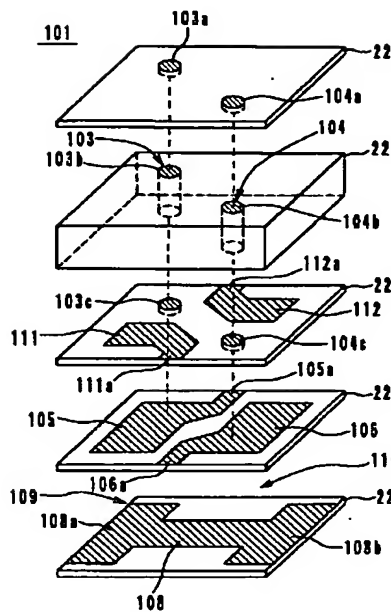
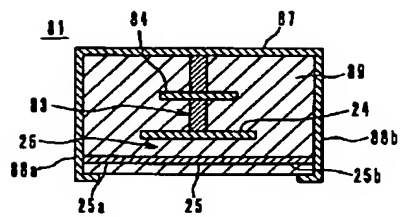


【図28】

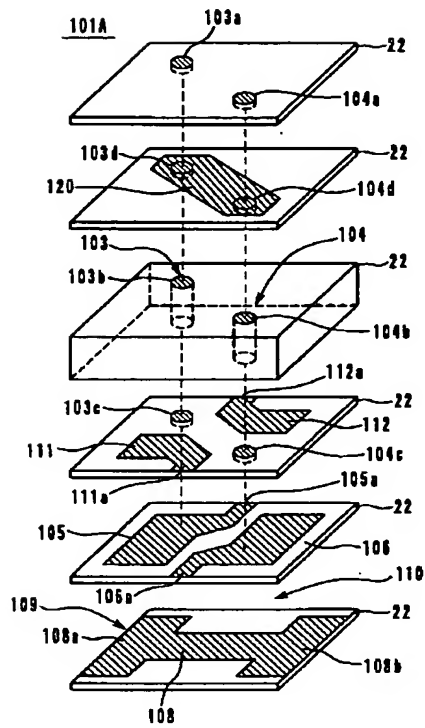


【図22】

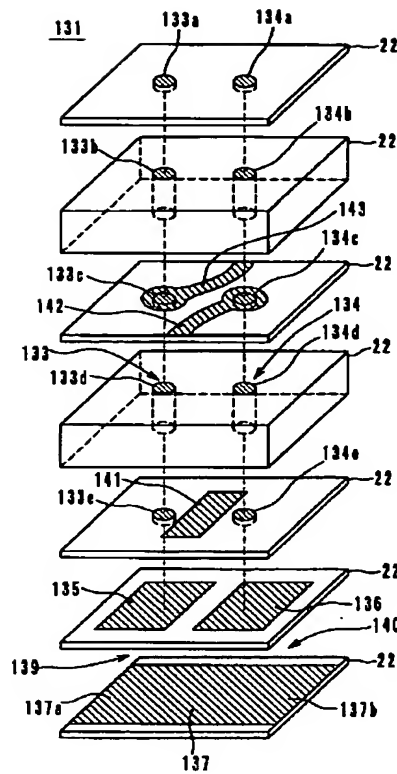




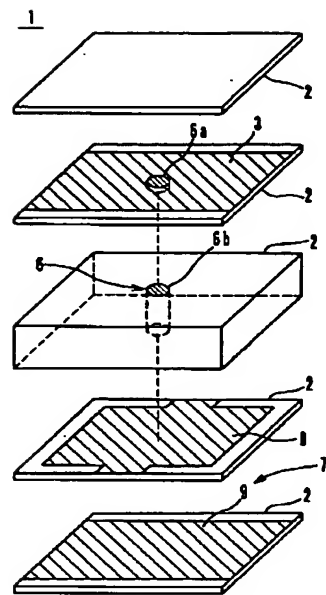
【図29】



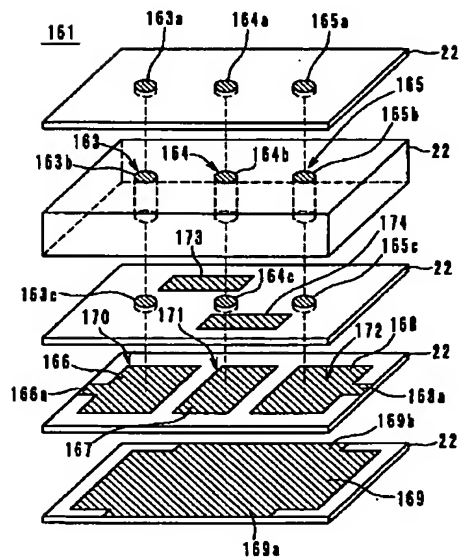
【図30】



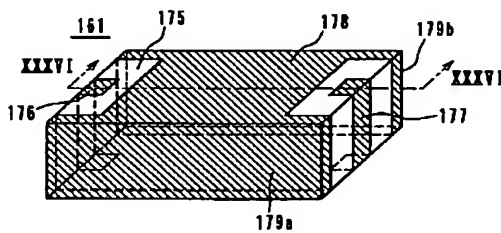
【図38】



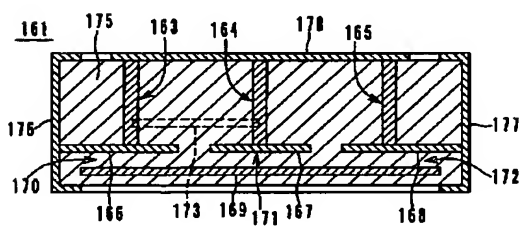
【図34】



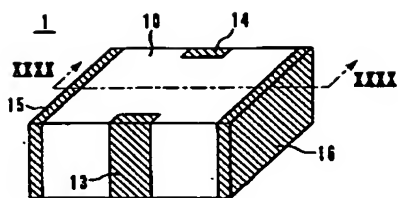
【図35】



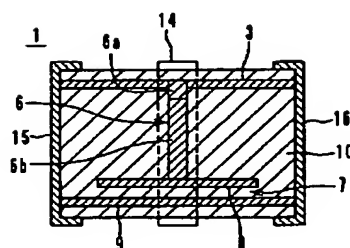
【図36】



【図39】



【図40】



フロントページの続き

(72)発明者 船谷 信捨
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

F ターム(参考) 5E070 AA05 AB06 BA12 CB03 CB13
CB17 CB20 CC01 DB08 EA01
EB03
5E082 AA01 AB03 BB01 BC40 DD09
EE04 EE23 EE35 FF05 FG06
FG46 FG54 GG10 GG28 MM24
5J024 AA01 AA09 AA10 CA04 DA04
DA21 DA29 DA32 DA35 EA03